

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ДІЇ У КАРДІОМІОЦИТАХ

Іванушкіна Н. Г.<sup>1)</sup>, Іванько К. О.<sup>1)</sup>, Лазун В. Д.<sup>1)</sup>, Іванушкіна М. О.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
03056 Україна, Київ, вул. Політехнічна 16, корп.12, к. 423*

<sup>2)</sup> *Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця,  
02000 Україна, Київ, Проспект Перемоги 34*

*E-mail: n.ivanushkina@gmail.com, koondoo@gmail.com,  
veralazun.d@gmail.com ivanushkina.mmasha@gmail.com*

Мета роботи – обчислювальне моделювання електричної активності серця на основі створення нових протоколів дослідження потенціалу дії (ПД) кардіоміоцитів з урахуванням варіабельності серцевого ритму.

Серцеві аритмії є найбільш частими захворюваннями серцево-судинної системи. Тому зусилля багатьох учених спрямовані на розробку методів та засобів для вивчення нестабільного функціонування міокарда. Вивчення електричної активності серця здійснюється за допомогою експериментальних та математичних моделей.

Нові експериментальні технології на основі платформи "лабораторія-на-чіпі" дозволяють виконувати прогностичне оцінювання активності серця на клітинному рівні. Завдяки технології "серце-на-чіпі" можливо успішно моделювати людське серце і вимірювати реакції кардіоміоцитів на електричні, механічні та хімічні впливи, одночасно знижуючи потребу в цих дослідженнях на тваринах та людях.

У випадку дослідження небезпечних для життя аритмій, математичне моделювання являє корисний і кращий спосіб вивчення тканинної електрофізіології, оскільки це може передбачити можливу поведінку кардіоміоцитів. Сьогодні загальновизнаною є математична теорія Ходжкіна-Хакслі [1].

У роботі проведено обчислювальне дослідження в середовищі *Matlab* з вдосконаленою моделлю паралельних провідностей [2,3]. Результати числових експериментів наведено на рис. 1. Процес перехідного періоду зміни тривалості ПД досліджено шляхом моделювання ПД шлуночкових кардіоміоцитів при зміні частоти стимуляції, що відображає варіабельність серцевого ритму.

Ці дані показують, що кардіоміоцити генерують ПД із змінною тривалістю, оскільки тривалість ПД пристосовується до змінного діастолічного інтервалу (ДІ) кардіоциклу. Залежність тривалості ПД від попереднього ДІ відображає фізіологічну адаптацію до зміни серцевого ритму.

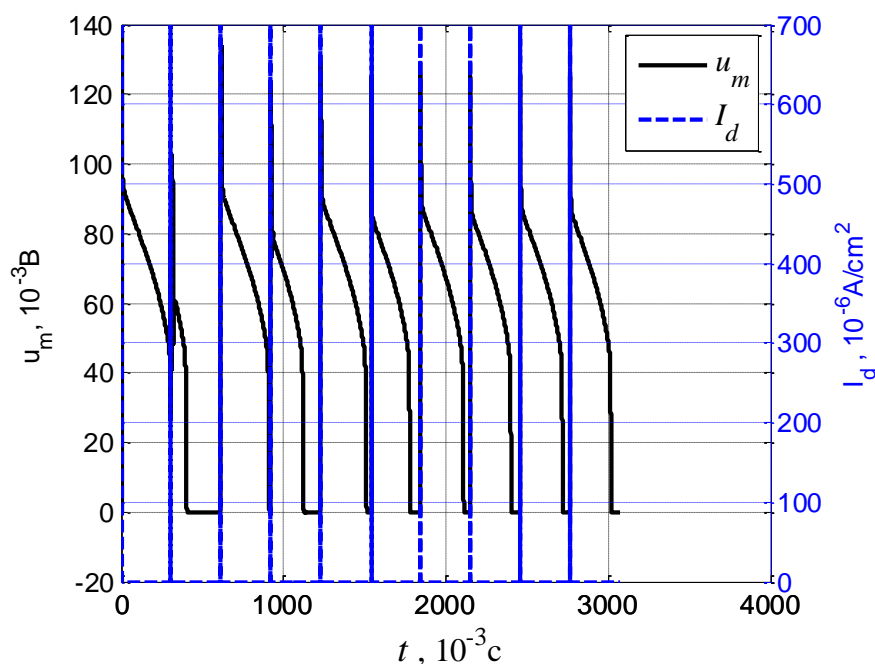


Рисунок 1 – Зміна тривалості ПД при зміні частоти стимуляції з урахуванням варіабельності серцевого ритму

Отримані результати дозволяють припустити, що новий підхід до дослідження електричної активності кардіоміоцитів викриває механізми виникнення альтернацій, які не можна виявити за стандартними протоколами стимуляції.

На основі досліджень електричних процесів у серцевих клітинах з урахуванням варіабельності серцевого ритму визначено, що можуть відбуватися альтернації тривалості потенціалу дії та амплітуди струмів кальцію, які приводять до аритмій.

Обчислювальні результати досліджень електричних властивостей кардіоміоцитів можуть сприяти плануванню експерименту на основі технології "серце-на-чипі".

### Список літератури

1. R. Plosey and R. Barr. Bioelectricity. A Quantitative Approach, third ed. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2007.
2. Ivanushkina N. G., Ivan'ko E. O., Prokopenko Yu. V., Redaelli A., Tymofieiev V. I., Visone R. A Computational Model of Electrophysiological Properties of Cardiomyocytes, Visnyk NTUU KPI. Seriya Radiotekhnika. Radioaparatabuduvannia", 2018, Iss. 72, pp. 69–77.
3. Simulation of action potential in cardiomyocytes / Ivanko K., Ivanushkina N., Prokopenko Y. // Proceedings of 2017 IEEE 37<sup>th</sup> International Scientific Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO 2017).